

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO

"Cálculo y selección de equipo de un sistema de generación de agua helada para un proceso industrial de inyección de plástico"

TESIS

Que para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico

P r e s e n t a

PÉREZ PÉREZ OSCAR

SANTANA AGUIRRE GABRIEL



México, D. F. **2008**

ÍNDICE

CAPÍTULO III INSTALACIÓN DEL EQUIPO

CAPITULO IV ARRANQUE DEL EQUIPO

CAPITULO V DIAGNÓSTICO DE FALLAS Y CONCEPTOS BÁSICOS

Introducción

La referencia más directa del uso de las “unidades generadoras de agua helada”, (Chillers), se encuentra en el proceso de lavado de aire, que consta de enfriar agua para que esta a su vez enfríe el aire que se encuentra en el ambiente mediante dispositivos llamados unidades manejadoras de aire, que tienen la finalidad de filtrar el aire del ambiente y conducirlo a través de los ductos hasta su utilidad final.

Una unidad generadora de agua helada es una máquina que remueve el calor de un fluido por medio de la compresión del vapor o por el ciclo de absorción de la refrigeración.

En la mayoría de los casos el líquido que es utilizado para este proceso es agua o diferentes sustancias como lo es el glicol, que sirve de anticongelante dentro del sistema, o bien los inhibidores de corrosión que permiten mejores condiciones de funcionamiento del fluido de trabajo que en este caso es el agua.

Esta tecnología es también utilizada en actividades donde es necesario enfriar algún fluido de un mismo proceso, puesto que el funcionamiento básico de un Chiller es un intercambiador de calor. Sin embargo, existen infinidad de procesos industriales que requieren de agua a baja temperatura.

El más reciente proceso industrial es el proceso de hielo en suspensión que se utiliza en la industria alimenticia, aunque el proceso es relativamente innovador tiene demasiadas desventajas ya que es casi imposible que una unidad generadora de agua helada pueda trabajar con cristales de agua en suspensión puesto que se esta trabajando cerca del punto de congelación del agua, así es que este proceso solo es eficiente para un rango te temperaturas específico.

A una unidad generadora de agua helada se le tiene en cuenta para el enfriamiento de aplicaciones industriales de mayores dimensiones como lo pueden ser un microscopio electrónico, un láser, maquinarias electro-erosivas y equipos de moldeado por inyección. Este proceso industrial es el de enfriar el plástico que proviene de un proceso previo que es el de preformado o de extruido de productos plásticos a relativas temperaturas altas donde el plástico es muy viscoso y fácil de manejar. El objetivo principal de las unidades generadoras de agua helada para este tipo de procesos industriales, es el de reducir la temperatura en un tiempo determinado del molde donde ha sido extruido o preformado el producto, para evitar que éste presente defectos en la forma o en la estructura, y que el producto quede adherido al molde.

Este último proceso industrial es el contemplado como objetivo principal en éste proyecto terminal.

El objetivo principal de este proyecto es el de implementar un sistema que permita el enfriamiento de un proceso de fabricación de tapas de polipropileno,

Para la implementación del sistema es necesario contar con otras características, dentro de las cuales están:

1) Determinar las características cualitativas y cuantitativas de agua que entra a la unidad generadora de agua helada.
2) Seleccionar una unidad generadora de agua helada para la transformación de agua a temperatura ambiente a agua helada.
3) Seleccionar un sistema de bombeo para manejar agua helada desde la unidad generadora de agua helada hasta la cisterna térmica y al proceso.
4) Seleccionar la tubería para transportar el agua helada desde la cisterna térmica hasta el proceso.
5) Seleccionar la tubería de retorno desde el proceso hasta la cisterna general.

CAPÍTULO I GENERALIDADES

I.1. Ubicación del sistema

Distrito Federal. (Tacubaya).

Características de la ubicación [I.1]:

Distrito Federal	B.S. º C	B.S. º F	B.H. º C	B.H. º F	ALTITUD Mts.
México-Tacubaya	32	90	17	63	2309



I.2. Proceso de fabricación de las taparroscas

Se debe tomar en cuenta el proceso industrial de la inyección de plástico y la manera en la que esta se lleva acabo. El moldeo por inyección consiste en un sistema de mezclado y fusión de una resina plástica, diseñado para expulsarla a alta presión una vez que se encuentre fundida, hacia un molde metálico en cuya cavidad o cavidades se encuentra la forma de la pieza deseada. Este molde permanece cerrado por el sistema de alta presión de la máquina que evita que se abra al recibir el plástico fundido. Una vez lleno el molde, transcurre un lapso de tiempo en el que interviene el proceso de la unidad generadora de agua helada y llevar dicha agua helada para enfriar la pieza. Cuando la pieza está lista es expulsada del molde.

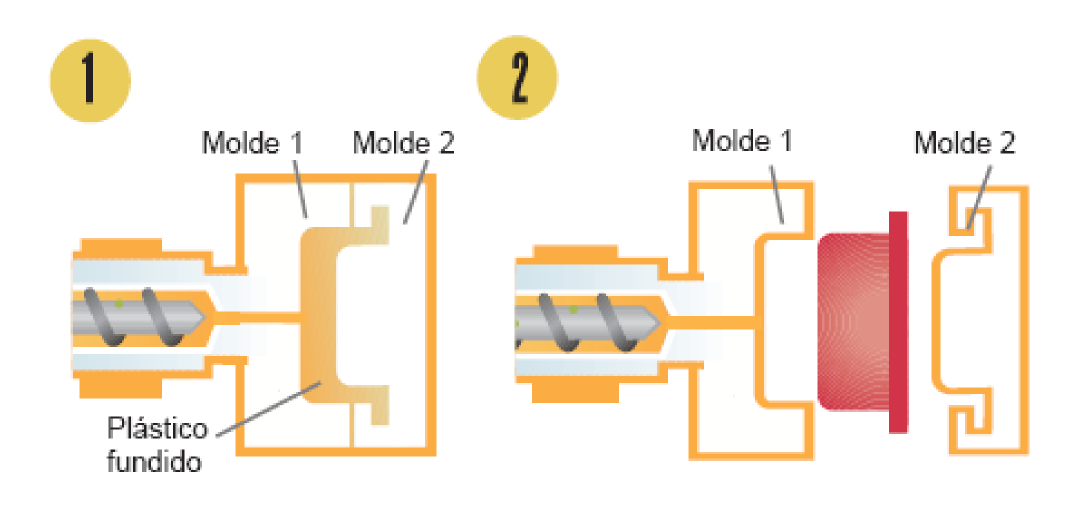


FIGURA 1.- PROCESO DE FABRICACION DE TAPAS DE PP

I.3. Requerimientos cualitativos y cuantitativos del agua para el proceso

Se requerirá agua (H_20) en un rango de: 44° Fahrenheit a la salida de la unidad generadora de agua helada y una temperatura de entrada al condensador de 85° F al 100% de la carga y 60° F al 0 % de la carga, además de una temperatura de retorno del proceso de 54 º F según las normas ARI (Air-Conditioning and Refrigeration Institute). [I, 1]

1.4. Proceso a enfriar

Se tratará la aplicación industrial del agua a bajas temperaturas previamente procesada en una unidad generadora de agua helada, que es bombeada a un proceso industrial, que en este caso será para el enfriamiento de moldes previamente inyectados con plástico caliente, bajando su temperatura drásticamente, y con ello la optimización del proceso de formado de plástico.

1.5 Requerimientos del equipo

Producto a enfriar

Tapas de Polipropileno (PP) para botellas de Polietileno Tereftalato (PET)

Rango de temperaturas:

La temperatura de enfriamiento hacia el proceso es de 44 º F y de 54º F de temperatura a la salida del proceso, según normas ARI. [I, 2]

El bajo punto de fusión (<269 ºF) del Polipropileno, copolímero randómico, permite incrementar la velocidad en las líneas de envasado, debido a las menores temperaturas de sellado. Por otro lado, puede ser reciclado con pérdidas poco significativas en resistencia y claridad. Es estimada una producción de 100 tapas por minuto.

I.6 Características y requerimientos de la máquina de inyección de plástico

CHEN-HSONG	MÁQUINA DE INYECCIÓN MARCA: CHEN-HSONG MODELO : JM168 MK III TONELADAS : 168 DISTANCIA ENTRE BARRAS : 45.5 cm. X 40.5 cm. INYECTA : HASTA 220 GRS. AÑO : 1993 H.P. : 20 DISPONIBILIDAD : 10 MÁQUINAS REQUERIDOS PARA EL ENFRIANIENTO: 3GPM

TABLA .1.- DATOS TÉCNICOS , MÁQUINA DE INYECCIÓN



FIGURA 2.- MÁQUINA DE INYECCIÓN MARCA: CHEN-HSONG



Diagrama de bloques del proceso de enfriamiento de plástico

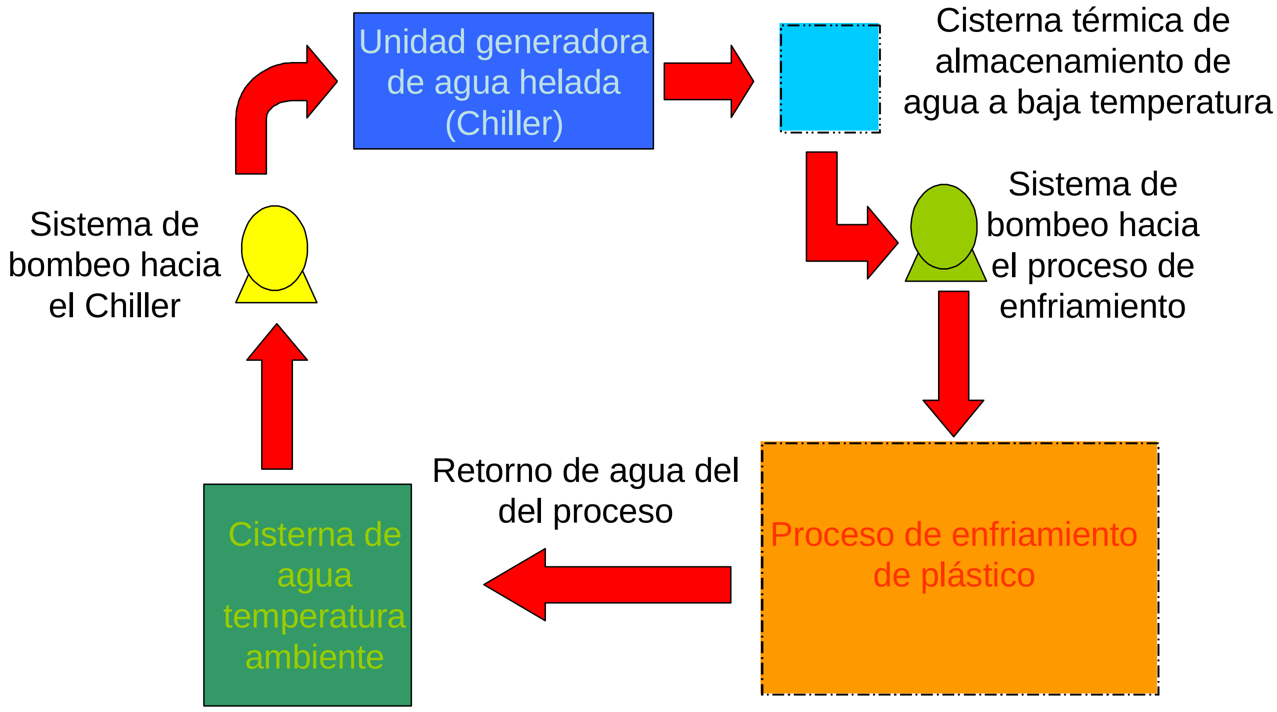


FIGURA 3.-DIAGRAMA DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO DE PLÁSTICO

CISTERNA

KIT HIDRÁULICO

UNIDADES GENERADORAS DE AGUA HELADA 10 T.R.

CISTERNA TÉRMICA

BOMBA CENTRIF. 2 HP

MÁQUINA DE INYECCIÓN 1

MÁQUINA DE INYECCIÓN 2

MÁQUINA DE INYECCIÓN 3

MÁQUINA DE INYECCIÓN 4

MÁQUINA DE INYECCIÓN 5

MÁQUINA DE INYECCIÓN 6

MÁQUINA DE INYECCIÓN 7

MÁQUINA DE INYECCIÓN 8

MÁQUINA DE INYECCIÓN 9

MÁQUINA DE INYECCIÓN 10

1 1/4"

2"

CÓDIGO DE COLORES

- Línea de agua Baja Temperatura
- Línea de agua Media Temperatura
- Línea de Succión de agua Baja Temperatura
- Línea de Succión de agua Media Temperatura

SIMBOLOGÍA

- Codo 90°
- Manometro
- Mirilla
- Tee
- Valvula de Expansión Manual
- Valvula de Paso
- Valvula de Seguridad

LAY OUT

E.S.I.M.E. AZCAPOTZALCO	ACOT: m	ESC. 500:1
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICO		

CAPÍTULO II CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPO

II.1. ¿Cómo seleccionar una unidad generadora de agua helada?

El proceso de selección de una unidad generadora de agua helada es muy importante, ya que se deben tomar en consideración muchas variables a las que se somete el proceso, desde la temperatura de trabajo, hasta que pasaría si aumenta la carga dentro de la línea de producción.

La mayoría de las unidades generadoras de agua helada cuentan con una banda estrecha de temperatura de enfriamiento que va de los 59ºF a los 104ºF, dependiendo de las características del material a enfriar. [II, 1] Dichas unidades cuentan con una estabilidad limitada de ± 0,5º C, es decir, se tiene un rango de temperatura en el cual pueden existir variaciones de la temperatura del agua. Hablando de manera más específica tienen una capacidad importante de disipación del calor de 2850 Watts a 1 HP.

La selección de una unidad generadora de agua helada se debe basar principalmente en el tipo de proceso que se quiere enfriar, las temperaturas de trabajo del material a enfriar, la capacidad de producción de las máquinas inyectoras de plástico y las características de agua que se requieren. [II, 2]

- **¿Cuál es la aplicación?**

Conocer la aplicación permite evitar varios pasos, en este caso enfriaremos matrices inyectadas previamente con plástico.

- **¿Cuál es el rango de temperatura?**

El rango de temperatura puede ser de entre 44 ° F y 54 ° F para este tipo de plástico. [II, 3]

- **¿Qué estabilidad de temperatura se necesita?**

Es necesario contar con una estabilidad moderada de ± 0.01° C, ± 0.5° C para que el proceso de enfriamiento de plástico se mantenga dentro de las condiciones de diseño y de operación lo que repercute en la eficiencia del mismo.

- **¿Aplicación de circuito cerrado o abierto?**

Se deben especificar las características tanto del circuito hidráulico como las del proceso del plástico para saber si el circuito es cerrado o abierto. En este caso el circuito es cerrado, puesto que el agua lleva un proceso de ciclado.

- **¿Cuánta energía de refrigeración es necesaria?**

Como energía de refrigeración se entiende que es la energía necesaria en el sistema para poder producir cierto rango de agua helada que llegará posteriormente al proceso de enfriamiento de plástico. Así se tienen dos rangos de temperatura en los que generalmente se trabajan:

- Baja (100 — 700 Watts)
- Alta(750 Watts o más)

Para este caso es necesario una energía de refrigeración relativamente baja, puesto que el requerimiento de energía del sistema no es tan demandante.[II, 4]

- **¿Cuáles son los requisitos para el bombeo?**

También existen requerimientos de bombeo de agua en el proceso, que no se refiere a otra cosa más que la de bombear agua a través de de las tuberías del sistema, tanto de las ramificaciones para el proceso de inyección como para el de las ramificaciones de retorno del proceso. Además es necesario tener en cuenta que el bombeo tiene otros pasos antes de llegar al proceso de inyección. Uno de ellos es el de llevar el agua a través de el intercambiador de calor dentro de la unidad generadora de agua helada, para que una vez que el fluido se encuentre ahí, se le retire todo el calor. Otro proceso es el de llevar el agua helada a una cisterna térmica donde será almacenada para su destino en el proceso. Para los requerimientos del proceso son propuestas las bombas centrifugas debido a que sus características mostradas de flujo y caudal son constantes. Además de no ser necesaria una presión específica ni muy elevada.

- **¿Cómo elegir una unidad generadora de agua helada para un proceso industrial?**

Elegir una unidad generadora de agua helada de tamaño adecuado suma una ventaja para su utilización. El tamaño ideal se basa en la cantidad de calor que genere su aplicación, además de la energía adicional para mantener la temperatura bajo cargas variables.

El fabricante de la aplicación que se quiere refrigerar normalmente facilita información sobre cómo disipar el calor, incluyendo cuántos BTU/hr o watts hay que disminuir junto con el caudal y la temperatura deseada, de entrada y de salida del equipo.

En caso de que no se facilite ninguna información, aquí se indica cómo calcular la carga térmica de su sistema:

$$Q_{ABS} = Cp\ q\ \Delta T \ \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$Q_{ABS} = Cp\ q\ (T_1 - T_2) \ \ldots\ldots\ldots(2)$$

ANÁLISIS DIMENSIONAL

BTU/hr = [BTU/lbº F] x [gpm] x [60 min/hr] x [8.33 lb/gal] x [ºF]

- T_1= Temperatura del refrigerante que sale del equipo, en [º F].
- T_2= Temperatura del refrigerante que entra en el equipo, en [º F].
- q= Gasto de agua que circula por el sistema, en [gpm].
- Cp = calor específico del agua a presión constante, en [BTU/lbºF]
- Q_{ABS}= Carga térmica del sistema, en [BTU/hr].

Es necesario medir las temperaturas con el mismo termómetro o con dos termómetros cuya exactitud esté corroborada. Se miden los gpm con un medidor de flujo o tomando el refrigerante en un volumen conocido durante un período determinado de tiempo.

II.1.1 Otras consideraciones

1. Si la temperatura ambiente del lugar donde operará la refrigeración se encuentra por encima de los 68º F, agregar un 1% a las BTU/hr calculadas por cada 0.9 º F por encima de de los 68º F. [II, 9]
2. Si se opera a 50Hz, agregar un 20% a las BTU/hr calculadas. [II, 10]
3. Si el voltaje de línea permanece debajo del voltaje promedio, o si se trabaja en grandes alturas, agregarle un 10% a los Watts calculados.
4. El futuro aumento de las necesidades de refrigeración o la variación en la pérdida de calor en una unidad existente.

II.2. Balance de carga térmica

Se procede a calcular una unidad generadora de agua helada de acuerdo a las capacidades calculadas anteriormente. Por lo tanto, se selecciona una unidad generadora de agua helada llamada también minichiller con las siguientes características.

Para determinar la carga térmica del proceso es necesario tener el calor absorbido durante el proceso.

$$Q_{ABS} = Cp\ q\ \Delta T\ \ldots\ldots\ldots(1)$$

$$Q_{ABS} = Cp\ q\ (T_1 - T_2)\ \ldots\ldots..(2)$$

ANÁLISIS DIMENSIONAL

BTU/hr = [BTU/lbº F] x [gpm] x [60 min/hr] x [8.33 lb/gal] x [ºF]

Q_{ABS}= 1[BTU/lbº F] x 30[gpm] x 60 [min/hr] x 8.33[lb/gal] x [54 º F -44 º F]

Q_{ABS}=149,940 BTU/Hr

Q_{ABS}=149,940 BTU/Hr/12000

Q_{ABS}=12.495 T.R.

Para este proceso es necesario agregar un 10% de factor de seguridad de la carga térmica al proceso.

Q_{ABS}=12.495 T.R. X 10%

Q_{ABS}=12.495 T.R.

Q_{ABS}=13.7445 T.R.

Considerando que:

Distrito Federal	**B.S.** **º C**	**B.S.** **º F**	**B.H.** **º C**	**B.H.** **º F**	**ALTITUD** **Mts.**
México-Tacubaya	32	90	17	63	2309

Se tiene que la temperatura ambiente del lugar donde operará la refrigeración se encuentra por encima de los 68º F tomando en cuenta la T.B.S. del lugar, agregar un 1% a las BTU/hr calculadas por cada 0.9 º F por encima de de los 68º F.

ΔT = 90 º F – 68º F =22º F

22 º F / 0.9 º F = 24.44 de factor de funcionamiento a una T.B.S. de 90 º F

Se tiene un incremento de la carga térmica debido a las condiciones del lugar de trabajo de:

El 1% de Q_{ABS}=13.7445 T.R.

1%=0.137445 T.R.

Este 1% por el factor de funcionamiento debido al lugar de operación:

$$0.137445 \text{ T.R X } 24.44 = 3.359$$

Por lo tanto $\underline{Q_{ABS}=13.7445.+ 3.359= 17.103 \text{ T.R.} \approx 17 \text{T.R.}}$

Se puede observar que la carga térmica se encuentra dentro de los parámetros de la capacidad de una unidad generadora de agua helada que es de 20 T.R., pero por fines prácticos, de funcionalidad y eficiencia del sistema, además de cuestiones de mantenimiento se elegirán dos unidades BOHN de 10 T.R.

II.3. Selección del equipo

Por cuestiones de mantenimiento correctivo y preventivo es conveniente seleccionar para el proceso de enfriamiento de plástico dos unidades BOHN modelo MBMAC120C, puesto que cuentan con los requerimientos de capacidades y características necesarias para el proceso. Como es posible observar se tienen unidades enfriadoras de líquido en diferentes capacidades de enfriamiento.

Modelo	Temperatura de salida de agua °C	Temperatura Ambiental (°C)									
		28°C		32°C		35°C		40°C		42°C	
		Capacidad de Enfriado W	Entrada de Energía W	Capacidad de Enfriado W	Entrada de Energía W	Capacidad de Enfriado W	Entrada de Energía W	Capacidad de Enfriado W	Entrada de Energía W	Capacidad de Enfriado W	Entrada de Energía W
MBMAC070C	5	18720	4 492	17702	4716	17338	5108	16262	560 8	15648	6 165
	6	19334	5 195	18586	5477	18432	5926	17741	624 5	17299	6 897
	7	19949	5 767	19469	6209	19200	7245	18547	749 9	18144	7 680
	8	21243	6 658	20218	7006	19872	7759	18950	802 0	18586	8 151
	9	21370	7 636	20909	7977	20582	8455	19526	872 3	19162	9 071
	10	22138	8 107	21773	8824	21216	9237	19891	949 1	19526	10085
MBMAC100C	5	26325	6 625	24894	6956	24381	7533	22869	827 0	22005	9 093
	6	27189	7 661	26136	8078	25920	8740	24948	921 0	24327	10172
	7	28053	8505	27378	9157	27000	106 85	26 082	11 059	2 5515	11326
	8	29873	9820	28431	10332	2794 5	114 44	26 649	11 828	2 6136	12021
	9	30051	11262	29403	11764	2894 4	124 69	27 459	12 865	2 6946	13378
	10	31131	11957	30618	13014	2983 5	136 23	27 972	13 997	2 7459	14874
MBMAC120C	5	34125	7 955	32270	8352	31605	9045	29645	993 0	28525	10918
	6	35245	9199	33880	9699	33600	104 95	32 340	11 059	3 1535	12214
	7	36365	10213	35490	10995	3500 0	128 30	33 810	13 279	3 3075	13600
	8	38725	11791	36855	12407	3622 5	137 41	34 545	14 203	3 3880	14434
	9	38955	13523	38115	14126	3752 0	149 73	35 595	15 447	3 4930	16063
	10	40355	14357	39690	15627	3867 5	163 58	36 260	16 807	3 5595	17859

Notas:

1. Grados de acuerdo con el estándar 550/590-98 de ARI.
2. Grados basados en HCFC-22, factor de suciedad del evaporador 0.0001, flujo del agua del evaporador de 2.4 gpm/ton al nivel del mar
3. Se permite la interpolación; la extrapolación no se permite. Consulte el representante de BOHN para el funcionamiento fuera de las temperaturas demostradas

TABLA 2.- EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

Especificaciones técnicas Mini Chillers

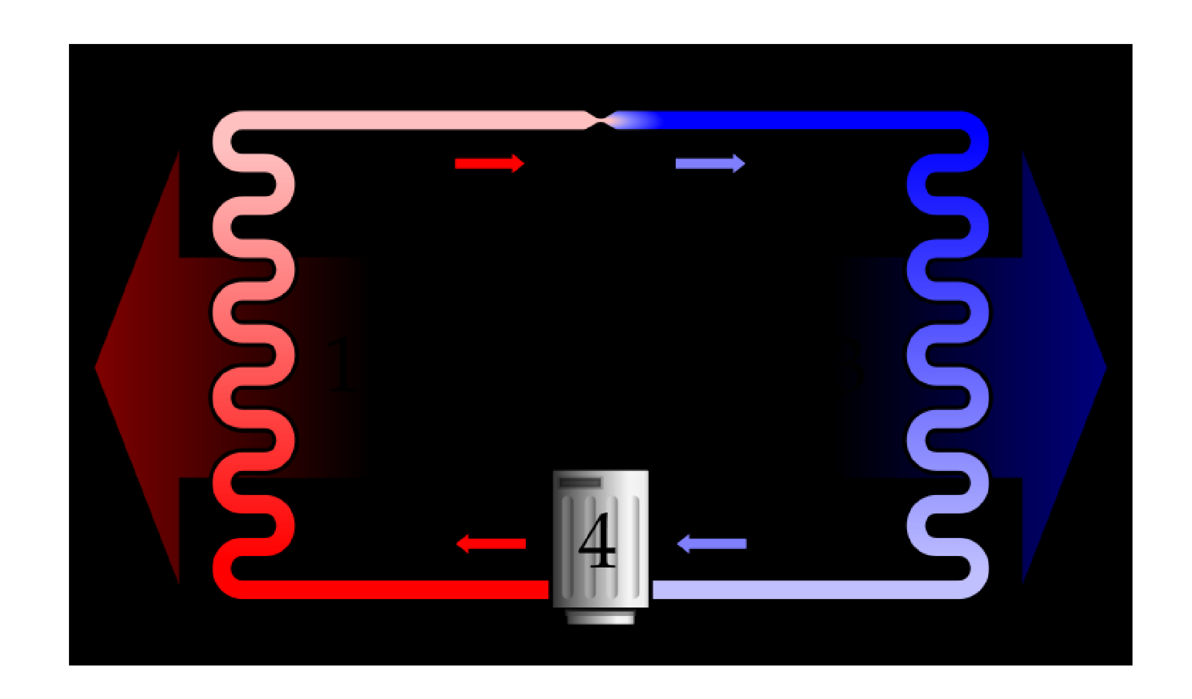
Unidad de enfriamiento (60 Hz)

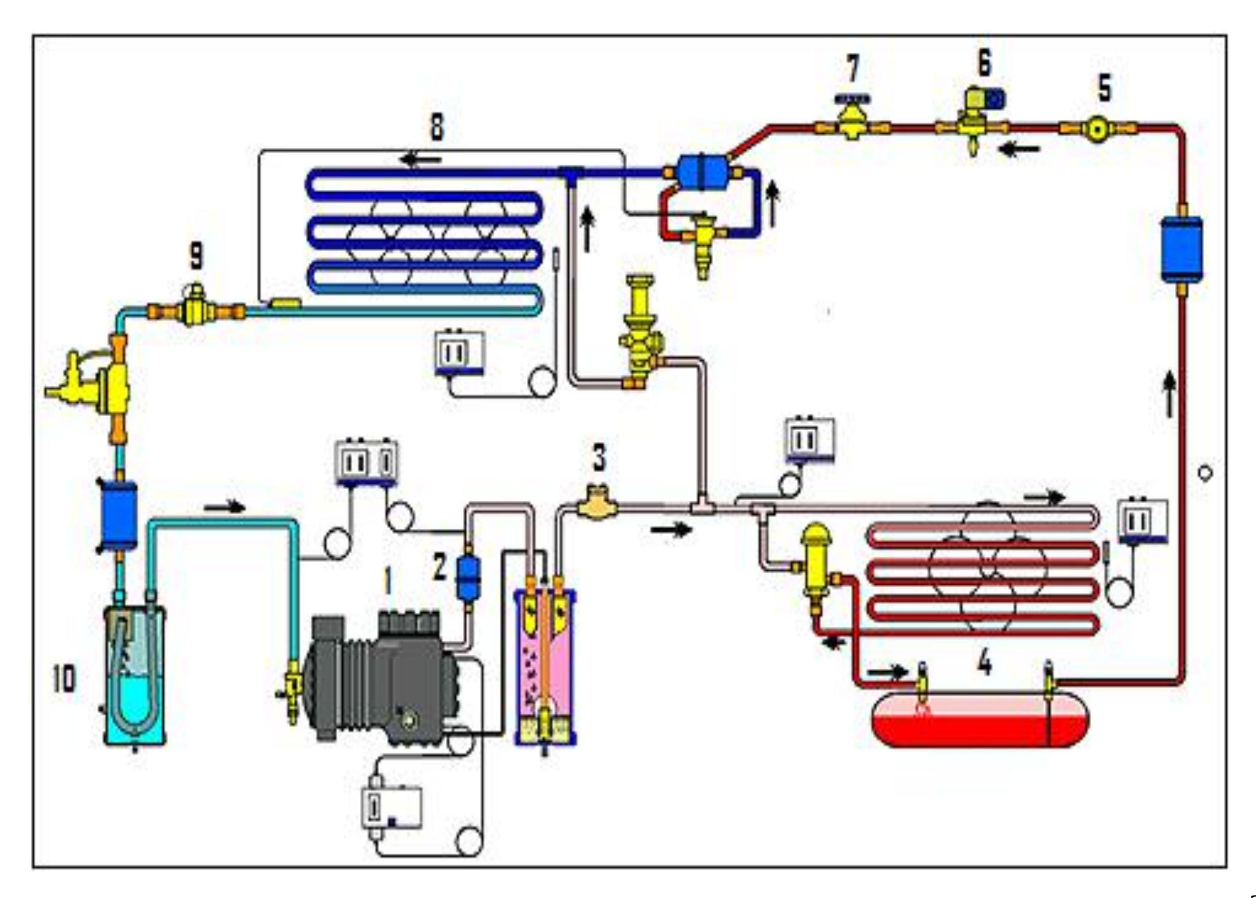
MODEL			MBMAC070C	MBMAC100C	MBMAC120C
CAPACIDAD NOMINAL DE EMFRIAMIENTO		Btu/hr	59,700	92,100	112,600
		kcal/hr	15,050	23,220	28,380
		Watt	17,500	27,000	33,000
GABINETE	MATERIAL		Acero galvanizado prepintado		
	ACABADO		Poliester		
	ESPESOR	mm	1.5	1	
DIMENSION TOTAL DE LA UNIDAD	ALTURA (H)	mm (in)	1634 (64.3)	1260 (49.6)	1260 (49.6)
	ANCHO (W)	mm (in)	1303 (51.3)	1500 (59.1)	1800 (70.9)
	PROFUNDIDAD (D)	mm (in)	608 (24.7)	900 (35.4)	1150 (45.3)
PESO NETO		kg	218	350	470
NIVELO DE RUIDO		dB(A)	66	64	67
EVAPORADOR					
TIPO			Intercambiador de calor de placas		
MATERIAL			Acero inoxidable		
AREA DE INTERCAMBIO DE CALOR		m^2	0.002	2.78	3.0
FLUJO NOMINAL DE AGUA		l/s	0.81	1.31	1.67
RELACION DE CAIDA DE PRESION DE LA UNIDAD VS. FLUJO NOMINAL DE AGUA		kPa	34.3	82	76
RELACION DE CAIDA DE PRESION BPHE VS. FLUJO NOMINAL DE AGUA		kPa	35	121	138
LINEA DE AGUA (KIT HIDRAULICO)					
BOMBA	TIPO		Multietapa horizontal con la succión en un extremo		
	VOLTAJE	V/Ph/Hz	208-230V/3N-/60Hz	208-230V-/3Ph-/60Hz	
	CORRIENTE	Amp	1.7	2.8	4.7
	FLUJO DE AGUA	GPM U.S. (l/s)	12.7 (0.81)	20.70 (1.31)	26.42 (1.67)
TUBERIA	CONEXIONES DE TUBERIA	mm (in)	32 (1')	42 (Rc 1-1/4)	42 (Rc 1-1/4)
	CARGA H_2O	m	30	22	31
TANQUE DE EXPANSION	MATERIAL		Acero	Acero	
	CAPACIDAD / VOLUMEN	litros	38	8	
SERPENTIN-CONDENSADOR					
TIPO			Tubos ranurados		
TUBO	MATERIAL		Cobre sin costura		
	ESPESOR DE PARED	mm (in)	0.35 (0.014)		
	DIAMETRO EXTERIOR	mm (in)	9.52 (3/8)		
ALETA	MATERIAL		Aluminio		
	ESPESOR	mm (in)	0.127 (0.0005)		
	HILERAS		2	2	2
	ALETAS POR PULGADA		14	14	14
AREA DE CARA		m^2 (ft^2)	1.35	2.5 (26.9)	2.5 (26.9)
VENTILADOR-CONDENSADOR					
TIPO/ACOPLAMIENTO			Impulsor Axial/Directo		
CANTIDAD			1	2	2
MATERIAL DEL ASPA			Aleación de aluminio		
DIAMETRO DEL ASPA		mm (in)	711.2(28")	600 (23.6)	660 (26)
VOLTAJE		V/Ph/Hz	208-230V/3N-/60Hz		
CORRIENTE		Amp	1	0.9*2	0.86*2
POTENCIA DE ENTRADA		Watt	387	120*2	200*2
POTENCIA DE SALIDA		Watt	231	200*2	470*2
NUMERO DE POLOS			10	8	8
VOLUMEN DE AIRE		cmm/cfm		100*2 / 3530*2	142*2 / 5000*2
COMPRESOR					
TIPO			Scroll		
VOLTAJE		V/Ph/Hz	208-230V/3N-/60Hz		
CORRIENTE		Amp	22.00	17*2	23.8*2
POTENCIA		Watt	7,090	5,640*2	7,510*2
MAXIMA CORRIENTE		Amp	97	41.4	64.2
DISPOSITIVO DE PROTECCION			Interruptor de alta y baja presion, interruptor de flujo y proteccion contra sobrecarga electrica		
CONTROL DE CAPACIDAD			On/Off	0-50-100	
REFRIGERANTE					
TIPO			R22		
DISPOSITIVO DE CONTROL			Tubo Capilar		
CARGA		kg	6	3.3*2	6.3*2

Notas :
1. Todas las especificaciones estan sujetas a cambios sin previo a viso de BOHN.
2. Su capacidad nominal de enfriamiento esta basada en temperatura fria del agua de entrada de 12oC y salida de 7oC a una temperatura ambiente de 35oC.

TABLA 3.-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS UNIDADES DE ENFRIAMIENTODE AGUA

DIAGRAMA DE FLUJO DEL REFRIGERANTE.





PARTES CONSTITUTIVAS.

1. **Compresor.**
2. **Separador de aceite.**
3. **Válvula de servicio.**
4. **Condensador.**
5. **Mirilla.**
6. **Válvula solenoide.**
7. **Válvula de manual tipo diafragma.**
8. **Evaporador.**
9. **Válvula reguladora de presión de evaporación.**
10. **Acumulador de succión.**

→ **Flujo del refrigerante.**

II.4. Sistema hidráulico para el proceso de enfriamiento de plástico

Para este sistema es necesario verificar el equipo de bombeo que transportará el líquido hacia la unidad generadora de agua helada y de la cisterna térmica hacia el proceso de inyección de plástico.

La parte del sistema que va del almacenamiento de agua a temperatura ambiente a la unidad generadora de agua cuenta con un kit hidráulico que suministra a la misma del líquido de trabajo.

Para el resto del proceso se tiene un gasto de agua requerido por el proceso de :

30gpm X 7.57681X10^{-5} m^3/s = 2.22X 10^{-3} m^3/s

Del sistema se toma una altura efectiva del sistema (H_B) *de cuatro metros.*

La ecuación de la potencia hidráulica necesaria es de

$$N_H = q \rho g H_B \text{......}(3)$$

Donde:

q = Caudal de agua[m^3/s]

ρ= Densidad del H_2O[Kg/$m^{3]}$

g= Aceleración debida a la gravedad[9.81m/s^2]

H_B= Altura del sistema.[m]

Se tiene

$$N_H = (2.22X\ 10^{-3}\ m^3/s)(1000Kg/m^3)(9.81m/s^2)(4m)$$

$$N_H = 87Watts$$

Ahora es necesario calcular la potencia de accionamiento que es la potencia del motor.

$$N_A = q\rho g H_B/\eta \ldots..(4)$$

Se tiene

$$N_A = (2.22X\ 10^{-3}\ m^3/s)(1000Kg/m^3)(9.81m/s^2)(4m)/\ 0.8$$

$$N_A = 108.891Watts(elec)$$

$$N_A = 108.891Watts/746\ HP$$

$$N_A = 0.1459\ HP$$

Como se muestra la capacidad de las bombas necesarias es muy reducida pero por factores de seguridad del proceso deberán incluirse bombas de 2 HP que serán reguladas por válvulas de paso y flujómetros que nos den el caudal requerido.

Se procede a seleccionar la bomba del proceso con las siguientes características:

Bombas centrífugas marca AcePumps modelos:

PTOC-600

PTOC-1000

1 ¼”
DIÁMETRO DE SUCCIÓN
1 ¼”
DIÁMETRO DE DESCARGA

Características

• Flujo máximo: 65 GPM (246 LPM)
• Presión máxima: 80 PSI

II.6. Selección del aislante térmico y tubería

Para el sistema hidráulico se utilizará tubo de acero al carbón sin costura cedula 40 de 8.62 kg/mt.

- Tubería de 1 ¼” para el sistema de alimentación de agua para la unidad generadora de agua helada y para el proceso hasta las máquinas de inyección.
- Tubería de 2” para el sistema hidráulico de retorno a la cisterna principal de alimentación.

RECUBRIMIENTO TÉRMICO (FIBRA DE VIDRIO) MARCA ISOVER

DIMENSIONES

Diametro		Espesor (mm)	Longitud (m)
Pulgadas	Interior de la coquilla (mm)		
1/2 3/4	21 27	30 y 40	1,2
1 1 1/4 1 1/2 2 2 1/2 3	34 42 48 60 76 89	30, 40 y 50	1,2
4 5 6 8	114 140 169 219	30, 40 50 y 60	1,2

Como se puede observar existe una gran ventaja, ya que el fabricante proporciona las dimensiones exactas y necesarias del aislante térmico.

La selección de cable calefactor tiene razón en un factor de seguridad y protección para la tubería del sistema. Maneja un rango de temperaturas entre -40 ºC y 60º C.

CAPÍTULO III INSTALACION DEL EQUIPO

La Unidad Generadora de Agua Helada (Chiller) ha sido dispuesta para una instalación sencilla por parte del fabricante, teniendo en mente que no se requiere ninguna soldadura de tubería o carga alguna de refrigerante en el lugar de instalación del equipo. Una conexión roscada es proporcionada por el fabricante para la instalación de la tubería de agua en el lugar de operación.

La conexión de entrada y salida de agua son provistas en ambos lados de la unidad teniendo la flexibilidad de conectar la tubería de agua en cualquier lado de la unidad generadora de agua helada. Los componentes y conexiones para la tubería de agua en el equipo tienen materiales con aislamiento y alta resistencia al moho y oxidación.

La rosca de las conexiones permite una alta carga de ensamble y desensamble de las conexiones de tubería de agua. Para asegurar una alta eficiencia y seguridad en la operación del interruptor de flujo de agua, la bomba de agua y la cámara de expansión están equipadas con una descarga de aire ubicada en la parte superior.

III.1. Equipos y componentes

1. **Compresor.**

La unidad modelo MBMAC120C está equipada con dos compresores scroll. Los compresores poseen calefactor de cárter para prevenir la migración de líquido refrigerante durante el paro del equipo y para facilitar el arranque de la unidad.

2. **Condensador enfriado por aire.**

El condensador está fabricado con tubos de cobre sin costura de 3/8”, escalonados y unidos mecánicamente con aletas de aluminio.

3. **Motor- ventilador de condensador.**

La unidad está equipada con un ventilador (de plástico de alta resistencia) con acoplamiento directo a un motor monofásico, los cuales proporcionan el flujo de aire necesario para la operación del intercambio de calor.

4. Evaporador.

El intercambiador está fabricado con placas de acero inoxidable muy compactas y soldadas todas juntas. El intercambiador está forrado de una capa térmica, la cual permite el aislamiento térmico del mismo.

5. Circuito refrigerante.

El circuito refrigerante esta cargado con R22 que es proporcionado por el fabricante, previamente se han elaborado pruebas de soldadura, como fugas y vacío. El circuito refrigerante es equipado con un tubo capilar cuidadosamente seleccionado para asegurar una operación continua y un flujo adecuado de refrigerante.

6. Protecciones de seguridad adicionales.

La unidad está equipada con controles de seguridad inteligentes como un interruptor de alta y baja presión para prevenir daños en el compresor, resultando de ambas anormalidades alta presión en la descarga o baja presión debido a insuficiencia de gas. El controlador electrónico proporciona un control preciso en la temperatura del agua, monitoreando muy de cerca todo el circuito y reaccionado a las señales de la temperatura de entrada del agua, temperatura de salida del agua y la temperatura ambiente del aire. Un interruptor de flujo es provisto en la unidad para proteger a la unidad de algún daño en la bomba de agua.

7. Kit hidráulico

Adicionalmente el fabricante proporciona un kit hidráulico. El kit de accesorios hidráulico consiste de un tanque de acero inoxidable de 40 litros de capacidad, una cámara de expansión de agua de una capacidad de 8 litros, una válvula de seguridad, una válvula de purga y una válvula de purga de aire.

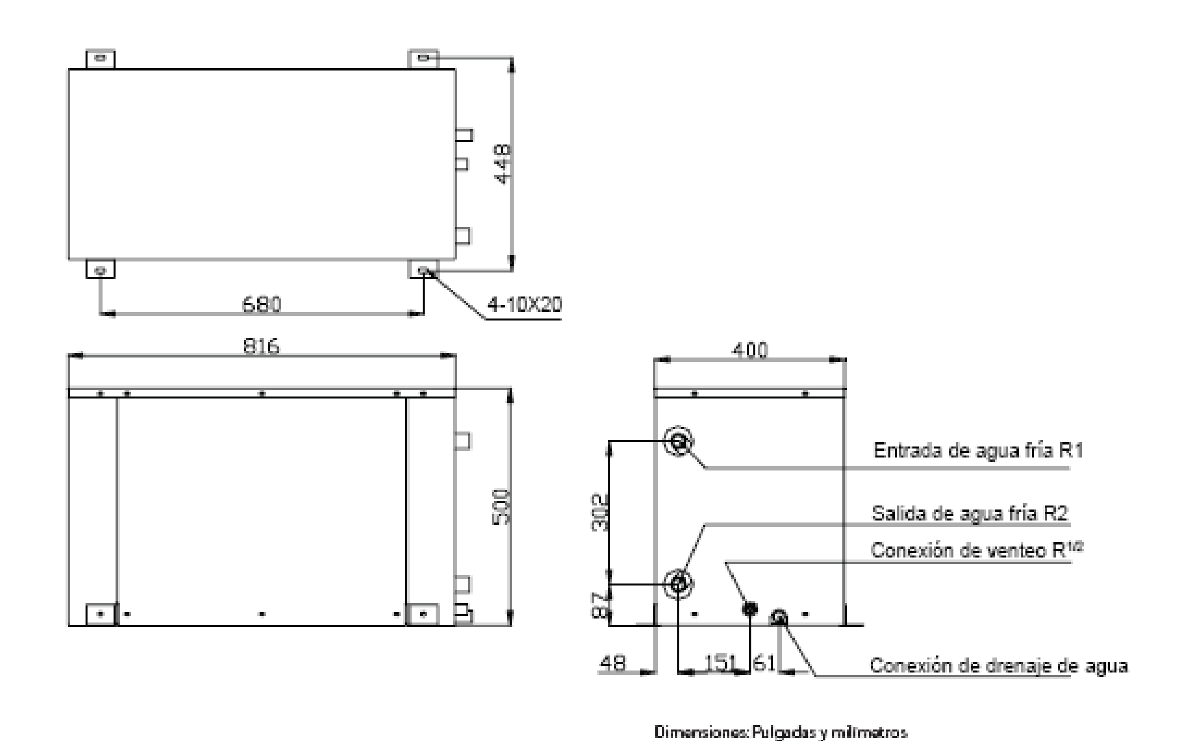


FIGURA 5 DIMENSIONES Y CONEXIONES DEL KIT HIDRÁULICO

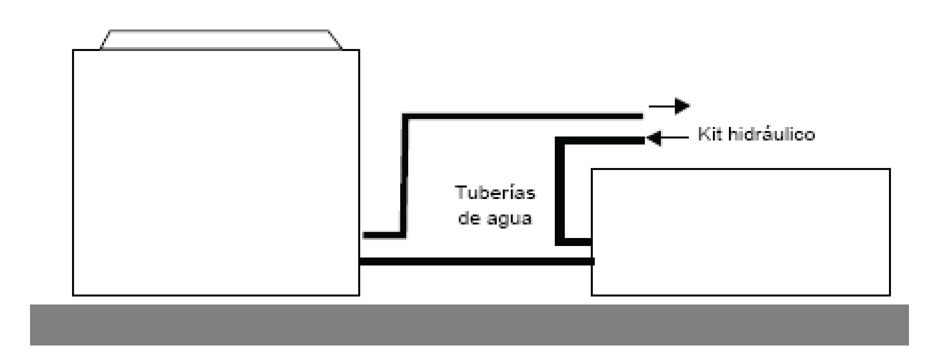


FIGURA 7.- ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DEL KIT HIDRÁULICO

III.2. Alimentación eléctrica

Las leyes y normas regulatorias concernientes a la energía eléctrica varían en cada país y ciudad. Antes de conectar la energía, es necesario asegurar que el voltaje suministrado esta acorde a la placa de datos que describen las características eléctricas del equipo.

MODELO		**MBMAC120C**
VOLTAJE		**208-230 / 3 F / 60Hz**
WATTS TOTALES DE ENTRADA		**13 270**
AMPERAJE A PLENA CARGA		**43.0 – 44.0**
CALIBRE DEL CONDUCTOR ELECTRICO	**AREA (mm^2)**	**8**
	Q. T. Y.	**5**

NOTES:

1: - - - Field Wiring
2: —— Factory Wired
3: KM4 is the auxiliary electric heater contactor (field supply part)
4: If want to activate two way valve interlock function, let JP6 open.
The setting shown in the diagram is factory set

CAUTION:
Don't change the JP settings and the value of parameters (including thermal overload relays).

THERMAL OVERLOAD RELAY AMPS

MODEL	OL1	OL2	OL3
MAC100C2	11.2A	11.2A	1.87A

JP SETTINGS

JP1	JP2	JP3	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8
OPEN	SHORTED	SHORTED	SHORTED	SHORTED	SHORTED	SHORTED	SHORTED

SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION	SYMBOL	DESCRIPTION
COMP1-2	COMPRESSOR	DB3A	PHASE PROTECTOR	FU	FUSE
PUMP	WATER PUMP	HP1-2	COMP. HP SWITCH	C1-2	FAN MOTOR CAPACITOR
FAN1-2	FAN MOTOR	LP1-2	COMP. LP SWITCH	4WV1-2	FOUR WAY VALVE
KM1-3	CONTACTOR	CRANKCASE HEATER	COMP. CRANKCASE HEATER	J1-2	RELAY
OL1-3	THERMAL OVERLOAD RELAY	FLOW	[illegible]		

FIGURA 7.-DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA DE LA UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

Es de suma importancia utilizar el calibre de conductor adecuado para alimentar el equipo. Las conexiones deben ser hechas de modo que se evite la tensión en las terminales. Los trabajos eléctricos deben ser realizados por el técnico en apego a los códigos o regulaciones locales y a las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El equipo debe ser conectado a tierra física. Es necesario tener la precaución de no conectar el conductor de tierra física a la tubería de gas, a la tubería de agua de las instalaciones, o ductos de teléfono, ya que una inadecuada conexión a tierra física puede originar un choque eléctrico.

Es de suma importancia que en el tablero de alimentación del equipo exista un solo breaker termomagnético que proteja al equipo en caso de una descarga eléctrica, una sobrecorriente, etc.

Es necesario asegurar de la secuencia de las fases, identificar L1, L2 y L3 y conectar a las terminales R, S, T en el tablero de control del equipo, o de lo contrario el sistema no arrancará y el controlador no excederá.

Cada conductor eléctrico debe ser firmemente conectado sin tensión en las terminales. Ningún conductor debe estar en contacto con las tuberías de refrigerante y componentes móviles tales como compresor y moto ventiladores, etc.

El equipo posee un controlador microprocesador inteligente y un sensor de temperatura que controlan automáticamente la operación en su condición óptima. Todos los ajustes de temperatura están hechos por el fabricante. El usuario final únicamente debe arrancar el equipo presionado el botón ON/OFF después de asegurar la función propia del equipo, posteriormente cada operación del mismo puede ser automáticamente alcanzada.

III.3. Disposiciones de espacio

Es necesario contar con las condiciones de espacio requeridas por el equipo para su buen funcionamiento, como son:

- La proximidad con otros equipos de refrigeración.
- La cercanía de sistemas hidráulicos que pudiesen causar algún percance.
- La correcta cimentación del área donde se colocará el equipo.
- La delimitación del área segura de trabajo del equipo.

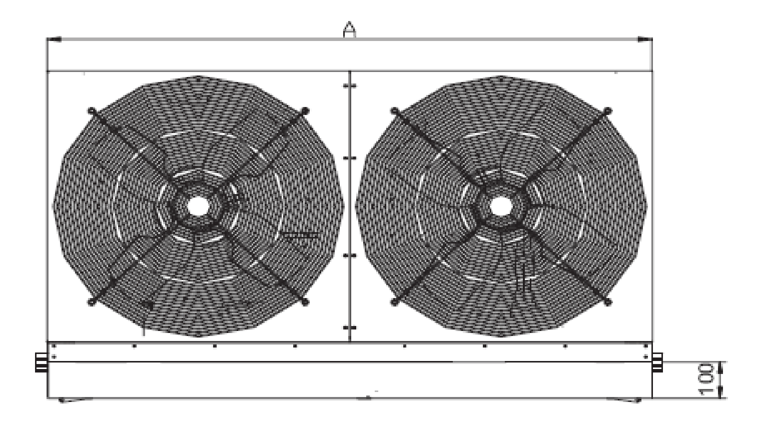
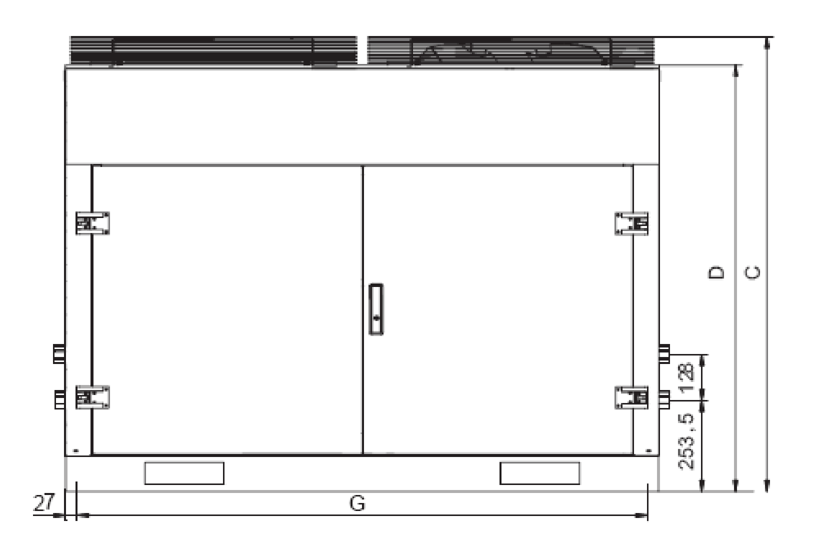
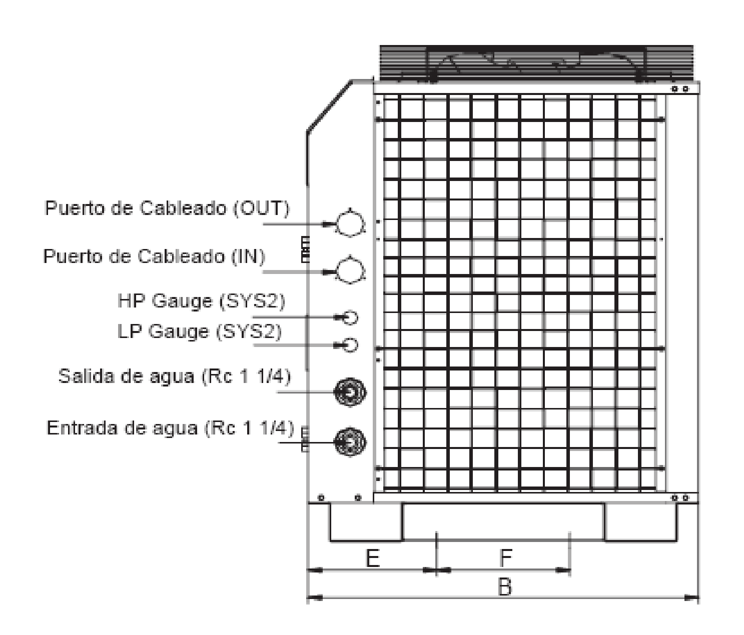


FIGURA 8.-DIMENSIONES DE LA UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA





MODELO	A	B	C	D	E	F	G
	Pulgadas / Milimetros						
						DISTANCIA ENTRE CENTROS DE BARRENOS	
MBMAC100C	59 / 1500	35.4/ 900	49.6 / 1260	46.8 / 1190	11.71 / 297.5	12.1 / 307.5	60.86 / 1546
MBMAC120C	70.86 / 1800	45.27 / 1150	49.6 / 1260	46.8 / 1190	13.68 / 347.5	12.1 / 307.5	60.86 / 1546

FIGURA 9.- DIMENSIONES DE LA UNIDAD GENERADORA DE AGUA HELADA

III.4. Manejo y localización de equipo

La localización del enfriador depende principalmente de algunas consideraciones tales como: espacio, proximidad al equipo del proceso, accesibilidad, mantenimiento y la proximidad de alimentación de energía eléctrica. En general se debe proporcionar un lugar bien ventilado. Si la ventilación natural es inadecuada debe proporcionarse una ventilación forzada. Para la instalación de estos enfriadores de líquido debe cumplirse con todas las normas y reglamentos aplicables. [III, 1]

Con la finalidad de obtener la máxima capacidad, la selección de la ubicación de instalación debe llenar los requerimientos siguientes:

1) El lugar de instalación debe estar ventilado, de tal forma que el aire pueda circular y descargarse libremente.

2) Instalar la unidad de tal modo que la descarga del aire caliente no regrese nuevamente hacia la unidad y/o a otras unidades.

3) Asegurar que no haya obstrucciones de flujo de aire al entrar o al salir de la unidad.
4) Si no se puede garantizar una buena ventilación cuando la unidad sea instalada en interiores, es recomendable colocar extractores de aire o ductos, los cuales deben ser lo más cortos posibles para que el aire salga al exterior.

5) Fijar la unidad a nivel con la base o techo a una altura de 15 cm o 20 cm para evitar una inundación y el correcto drenaje, dicha base debe ser adecuada para soportar el peso de la unidad.

6) El área de instalación no debe ser susceptible al polvo o aceite para evitar que el serpentín del condensador se bloquee. Como precaución general, se recomienda que la unidad no se encuentre cerca de gases flamables.

7) Se recomienda que la unidad cuente con suficiente espacio a su alrededor para una adecuada succión y descarga del aire y para facilitar el acceso para los servicios de mantenimiento.

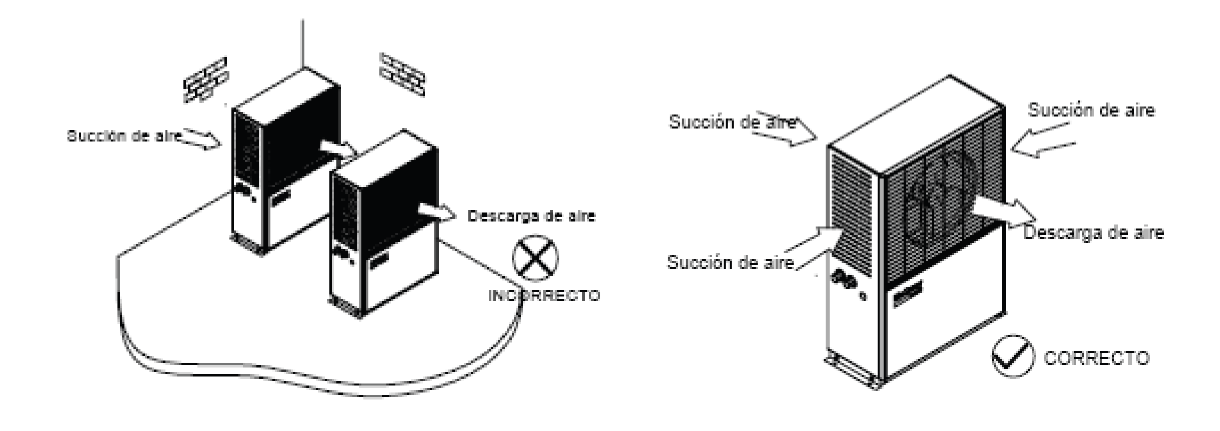


FIGURA 10.-ESQUEMA DE LA CORRECTA DISPOSICIÓN DE ESPACIO PARA LAS UNIDADES DE ENFRIAMIENTO

III.5. Cimentación del área de trabajo de la unidad generadora de agua helada

La unidad generadora de agua helada debe instalarse verticalmente y a nivel.

Para instalación a nivel del suelo:

1. Colocar previamente una base de concreto de una sola pieza con zapatas extendidas hasta tierra firme para evitar hundimientos.

2. Usar tramos de madera de 0.05 X 0.15 m debidamente intemperizadas o vigas "I" de acero estructural. [III, 2]

Para instalación a nivel del techo:

Usar tramos de madera de 0.05 X 0.15 m. (2" X 6") debidamente intemperizadas o vigas "I" de acero estructural. [III, 3]

Los tramos de madera o vigas "I" que se utilicen deben tener la longitud y las dimensiones necesarias para distribuir adecuadamente el peso de la unidad sobre la estructura del techo.

NOTA: Los soportes de madera o vigas "I" de acero estructural tienen como finalidad:

1.- Evitar que la humedad se acumule debajo de la unidad.

2.- Levantar la toma de aire del serpentín condensador, por encima de la capa de aire caliente que normalmente se forma sobre losas o superficies expuestas al sol. [III, 4]

Los condensadores enfriados por aire son particularmente vulnerables a un flujo restringido, ya sea en la entrada o salida de aire. Además su capacidad para desarrollar un rendimiento satisfactorio depende la limpieza y temperatura del aire. Los rendimientos de los enfriadores de líquido con condensador enfriado por aire se evalúan normalmente a una temperatura de 95 º F y 110 º F de aire ambiente.

Una reducción de capacidad de 1.8% por cada grado centígrado de incremento de temperatura (1% por º F) es encontrada si la unidad debe operar a altas temperaturas ambientales por encima de los 95 º F. Por lo tanto es imprescindible que la unidad se localice de manera que la descarga de aire caliente no sea recirculado.

III.6. Condiciones de operación

Limitaciones de trabajo a bajas temperaturas

Todos los enfriadores de líquido tienen limitación en cuanto a las temperaturas de enfriamiento, ya que si se enfría agua con temperatura de evaporación del refrigerante inferior a 32 º F se congelará ocasionando daños muy serios al evaporador y al sistema de tubería. El daño que se provoca a un evaporador por congelamiento no solo afecta al sistema de agua, sino que se mezcla el sistema de refrigerante con el de agua, entrando humedad y ocasionando daños al compresor.

Condiciones de instalación en lugares a bajas temperaturas

Si la unidad se instala en lugares donde la temperatura ambiente de invierno baja hasta el punto de congelamiento de líquido enfriado (32 º F) se deben drenar las tuberías y evaporador oportunamente. Los protectores contra congelamiento que lleva la unidad solamente la protegen de congelamiento por operación. [III, 5]

III.7. Tubería de líquido a enfriar

El sistema de tubería del líquido a enfriar debe ser colocado de manera que la bomba de circulación descargue hacia el evaporador.

Para facilitar el servicio del sistema se recomienda utilizar válvulas de cierre manual en todas las líneas. Deben proporcionarse conexiones de drenaje en todos los puntos bajos para permitir el drenado total de la tubería del sistema y del evaporador.

Adicionalmente se recomienda la instalación de un filtro (malla de 40 hilos) en la conexión de entrada del líquido al evaporador. Como una ayuda al servicio, se recomienda la instalación de termómetros y manómetros en la líneas de entrada y salida de agua (o líquido a enfriar) del evaporador de placas en las unidades.

Las líneas de líquido enfriado que quedan expuestas al ambiente exterior deben envolverse con cable calefactor suplementario y cubrirse con aislamiento para protegerlas contra congelamientos durante los periodos de baja temperatura ambiente y para evitar la formación de condensado en los lugares de clima cálido y húmedo. [III, 6]

En las unidades enfriadoras de líquido debe ser instalado un interruptor de flujo para el agua o líquido a enfriar, en la tubería de salida del enfriador, en cada uno de los extremos del interruptor de flujo, debe existir un tramo recto con una longitud mínima equivalente a 5 diámetros de la tubería. El impulsor debe ser ajustado al interruptor de flujo al diámetro de la tubería en la cual va a ser instalada. El interruptor de flujo debe ser conectado a las terminales del tablero de control como se muestra en el diagrama de alambrado (un interruptor de flujo diferencial puede

ser utilizado y los puntos de ajuste deben ser establecidos de acuerdo al flujo de operación en las unidades). La importancia de dimensionar apropiadamente las tuberías de enlace con el enfriador de líquido nuca debe ser subestimada, una de las

causas más comunes de un rendimiento poco satisfactorio de un enfriador de líquido es una tubería diseñada incorrectamente. Cuando se requieran colectores para la distribución del agua, estos deberán ser lo más cerca posible del punto de aplicación.

Las unidades enfriadoras de líquido comúnmente se usan para enfriar agua en aplicaciones de acondicionamiento de aire y procesos industriales como la inyección de plástico. La instalación de la red de tubería es similar si se utiliza agua, glicol, salmuera por cualquier otro líquido; en el presente instructivo todas las referencias se harán con respecto al agua.

III.8. Verificación del sub-enfriamiento y del sobrecalentamiento

Se debe verificar el sub-enfriamiento y el sobrecalentamiento, esta es una manera ideal para determinar si el enfriador de líquido está completamente cargado y operando apropiadamente. El sub-enfriamiento siempre debe revisarse antes de establecer el sobrecalentamiento. La temperatura de sub-enfriamiento debe ser obtenida tomando la temperatura de la línea de líquido a la salida del condensador y la presión del líquido en la válvula de servicio (convirtiéndola en temperatura por medio de una tabla presión/temperatura del refrigerante).

Ejemplo: 15.4 Kg/cm^2 (220 PSIG) Refrigerante (R-22)

De presión en válvula de servicio................... (108 º F)

Temp. De la línea de líquido........................... (93 º F)

Sub-enfriamiento.. (15 º F)

Una vez establecido el sub-enfriamiento en la forma anterior, se puede proceder a ajustar el sobrecalentamiento, el cual debe ser establecido después de que la operación del enfriador sea estable y de que el líquido enfriado haya sido bajado a la temperatura requerida.

El sobrecalentamiento es la diferencia entre la temperatura real del gas refrigerante del retorno entrando al compresor y la temperatura correspondiente a la presión de succión. La temperatura de succión debe tomarse a 0.15 m antes de la válvula de servicio (succión) del compresor y la presión se toma en la válvula de succión del compresor.

Ejemplo: Temp. De succión............ (44 º F) Refrigerante (R-22)

4.2 Kg /cm^2 (60 PSIG) de presión

en válvula de succión .... (34 º F)

Sobrecalentamiento............. (10 º F)

Un sobrecalentamiento menos de 4.4 º C. (40 º F) indicaría una sobrecarga mientras que uno mayor 12 º F, indicaría una insuficiencia de carga.

CAPÍTULO IV ARRANQUE DEL EQUIPO

IV.1. Procedimiento de arranque

Todos los enfriadores de líquido deben ser probados antes de su arranque. Lecturas de la tensión (Volts), corriente, presiones de succión y descarga, temperaturas de entrada y salida del agua enfriada, temperaturas de entrada y salida del condensador, rangos de flujo de agua, etc. Son registrados para asegurar que todos los componentes cumplen con sus especificaciones. Cada unidad es ajustada en fábrica para suministrar el agua enfriada de acuerdo a las especificaciones del cliente. [IV, 1]

El siguiente procedimiento de arranque debe ser seguido en secuencia. Si algún problema se presenta al poner en operación el enfriador usualmente la falla se puede rastrear a través de uno de los dispositivos de control de seguridad. [IV, 2]

Secuencia de operación de la unidad generadora de agua helada [IV, 3]

Para iniciar la operación de los circuitos es necesario lo siguiente:

1.- Energizar el control y esperar al menos 8 horas a que las resistencias del cárter del compresor calienten el aceite.

2.- Una vez caliente, arrancar la bomba de recirculación de agua para tener flujo en las tuberías.

3.- Cerrar el interruptor de operación para la posición FRIO o CALOR según el ciclo que se desee.

4.- Esto inicia la secuencia de frío / calor, energizando la solenoide solo para frío (válvula reversible).

5.- Después de un tiempo programado entra el compresor, y por medio del sensor de temperatura este entrará y saldrá de acuerdo al setpoint programado.

6.- Si durante la operación del compresor, se abren los circuitos de alta ó baja presión, se apagará el compresor y marcará la falla correspondiente en la pantalla.

7.- Para apagar el equipo, poner el selector de FRIO/APAGADO/CALOR en la posición central (apagado).

IV.2. MANTENIMIENTO [IV, 4]

Mantenimiento preventivo

Una vez que el enfriador haya sido conectado para servicio continuo, los siguientes procedimientos de operación y de mantenimiento deben estar vinculados. La importancia de un programa de mantenimiento preventivo apropiadamente establecido no debe ser sobre-estimado.

Para hacer esto lo más simple posible, debe prepararse una lista de comprobación de las operaciones de servicio requeridas y el periodo de tiempo en que deben realizarse.

Una vez a la semana:

A) Revisar la condición de la superficie del serpentín y de ser necesario límpielo.
B) Revisar la bomba de circulación por fugas en el área sellada.

Una vez al mes:

Repetir los incisos a y b, según los listados de arriba y continúar con lo siguiente:

C) Limpiar el filtro de agua y dé lubricación general a todas aquellas partes que lo requieran.

Cada seis meses:

Repetir los incisos a, b y c según los listados de arriba y continuar con lo siguiente:

D) Con el interruptor de línea abierto revisar la condición de las conexiones de todos los contactores, arrancadores y controles.

Una vez al año:

E) Revisar todas las partes expuestas a humedad, si encuentra indicios de corrosión limpie y proteja la superficie.

F) Revisar el aislamiento de tuberías, evaporador y bomba de agua; inspeccione las conexiones de drenaje y asegúrese de que no estén obstruidas. Hacer una revisión general del alambrado eléctrico, verificando la limpieza, la lubricación, los desgastes y las partes flojas.

Los motores de la bomba y del abanico del condensador están equipados de chumaceras o baleros sellados y lubricados de fábrica y por lo tanto no requieren mantenimiento bajo uso normal, no obstante se recomiendan inspecciones periódicas para asegurar una operación apropiada.

Un condensador limpio garantiza el máximo enfriamiento mediante una eficiente transferencia de calor, no obstante que los condensadores enfriados por aire no requieren limpieza interna, como los enfriados por agua, deben mantenerse limpios. No debe permitirse que polvo, hojas o papeles, se acumulen en los serpentines del condensador y otras partes del circuito de aire. No existe un periodo de tiempo específico para la limpieza de los serpentines, ya que esto depende de las condiciones que prevalecen en el lugar de instalación. La limpieza debe ser tan frecuente como sea necesario.

CAPÍTULO V DIAGNOSTICO DE FALLAS Y CONCEPTOS BASICOS

V.1 Carta para diagnóstico de fallas del enfriador

FALLA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCION
1.- El compresor No Arranca	1.- No hay energía eléctrica 2.- Fusibles defectuosos o Breakers abiertos 3.- Algún elemento de control se encuentra disparado. 4.- Conductores Eléctricos Cortados o no conectados o flojos 5.- Compresor defectuoso	1.- Cheque y conecte la energía 2.- Cheque para verificar que no exista un corto circuito en el sistema o compresor. Cambie los fusibles o breakers. Cheque el apriete de las conexiones eléctricas. 3.- Encuentre el elemento de control disparado, reajustelo y restablezca la energía. 4. Verifique el reapriete de todos los tornillos de las terminales y compruebe las conexiones de los cables flojos o cortados. 5.- Contacte a Bohn de México y cambie el compresor.
2.- Los Ventiladores No Operan	1.- No hay energía Electrica 2.- Motor Defectuoso	1.- Cheque y conecte la energía 2.- Contacte a Bohn de México y cambie el motor eléctrico.
3.- El chiller si opera pero no enfria lo suficiente	1.- Ajuste incorrecto del valor de temperatura 2.- Condensador sucio 3.- Succión y Descarga de aire obstruidos 4.-Insuficiente refrigerante en el sistema 5.- Insuficiente flujo de agua en el sistema 6.- El agua en el sistema esta sucia o contaminada	1.- Ajuste la temperatura 2.- Limpie el condensador 3.- Quite los obstáculos 4.- Contacte a Bohn de México y/o agregue refrigerante. Cheque el sistema por posibles fugas. 5.- Cheque tamaño de la bomba de agua y/o contacte a Bohn de México. Cambie la bomba por una de tamaño adecuado. 6.- Tire el agua sucia o contaminada y cámbiela por agua limpia.



Fallas y Su Solución en Micropocesador de Minichillers

CODIGO DE ERROR	POSIBLES CAUSAS	SOLUCION
E1	SENSOR DE TEMPERATURA DE RETORNO SUELTO O NO ESTA HACIENDO BUEN CONTACTO	CHEQUE Y PONGA EN CONTACTO EL SENSOR, SUJETELO FIRMEMENTE
E2	SENSOR DE TEMPERATURA DE SUMINISTRO DE AGUA SUELTO O NO ESTA HACIENDO BUEN CONTACTO	CHEQUE Y PONGA EN CONTACTO EL SENSOR, SUJETELO FIRMEMENTE
E3	SENSOR DE TEMPERATURA DE RETORNO DE AIRE SUELTO O NO ESTA HACIENDO BUEN CONTACTO	CHEQUE Y PONGA EN CONTACTO EL SENSOR, SUJETELO FIRMEMENTE
E4	SENSOR DEL SISTEMA DE DESHIELO 1 SUELTO O NO ESTA HACIENDO BUEN CONTACTO	CHEQUE Y PONGA EN CONTACTO EL SENSOR, SUJETELO FIRMEMENTE
E7	FLUJO DE AGUA INSUFICIENTE	AJUSTE EL FLUJO DE AGUA, Y LIMPIE EL FILTRO
E8	SOBRECARGA EN BOMBA DE AGUA	CAMBIE LA BOMBA Y /O CONTACTE CON PERSONAL DE BOHN DE MEXICO
EA	SOBRECARGA EN COMPRESOR	CAMBIE EL COMPRESOR Y /O CONTACTE CON PERSONAL DE BOHN DE MEXICO
EC	COMPRESOR 1 PARA POR ALTA PRESION	CHEQUE LIMPIEZA DEL CONDENSADOR, VENTILADOR NO FUNCIONA Y/O CONTACTE CON PERSONAL DE BOHN DE MEXICO
ED	COMPRESOR 1 PARA POR BAJA PRESION	EVAPORADOR SUCIO, FILTRO DE LIQUIDO Y/O SUCCION SUCIO CAMBIE FILTROS. TEMPERATURA DE CONDENSACION BAJA, AJUSTELA
EE	FALLA DE ACCESO RAM	CONTACTE A PERSONAL DE BOHN DE MEXICO
EF	TEMPERATURA DEL AGUA SUMINISTRADA MUY BAJA CUANDO SE ENFRIA	CONTACTE A PERSONAL DE BOHN DE MEXICO.

Nota: Cuando aparezca en la pantalla del control estos códigos u algún otro, favor de contactar al departamento de Ingeniería y/o Ventas de Bohn de México.

V.2 Unidades y factores de conversión

- Watts = BTU/hr / 3,413
- Toneladas = (BTU's / hr) / 12000
- Una tonelada de refrigeración = 12000 Btu por hora.
- Una tonelada de refrigeración = 3025 calorías por hora.
- Btu/hr para agua GPM x 500 x Delta-T.
- Btu/hr para otros fluidos = Lbs. por Hr. x Calor específico x Gravedad específica X Delta-T.
- Btu/hr para sólidos = Lbs. por hora x Calor específico x Delta-T.
- Btu/hr = kW x 3413
- Btu/hr = kW x 2544
- Btu/hr = kW x 1000 / ,293
- kW = Btu/hr / 1000 x ,293
- Lbs/Hr = GPM x Densidad x 8,022
- Lbs/Hr = GPM x 501,375 x gravedad específica

V.3 Conceptos básicos

En la siguiente sección se hará un breve recordatorio de los conceptos básicos que se deben conocer para comprender me manera muy específica el proceso termodinámico que se lleva acabo y que no es otro mas que el de la refrigeración.

- **Calor**

Es el mecanismo de transferencia de energía a través de los límites de un sistema cuando existe un diferencial de temperaturas, en este sistema se tiene que el calor siempre fluye de la fuente de mayor energía a la de menor energía.

- **Refrigeración**

Es la técnica de remoción de calor de un cuerpo o sustancia para llevarlo a una temperatura menor generalmente debajo de la del medio ambiente.

- **Refrigeración mecánica**

Es la utilización de componentes mecánicos arreglados en un “sistema de refrigeración” con el propósito de extraer calor.

- **Refrigerantes**

Son compuestos químicos que nos permiten remover calor y se clasifican en directos, indirectos o primarios y secundarios.

- **Calor específico**

El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor en BTU (Unidad Británica de Temperatura) requerida para cambiar la temperatura de una libra de una sustancia en un grado Fahrenheit.

- **Calor latente**

Es el calor necesario para cambiar de fase física una sustancia sin variar la temperatura.

- **Calor sensible**

Este es el calor que causa un cambio en la temperatura de una sustancia, pero no un cambio en su estado físico.

- **Calor latente de fusión**

Bajo un cambio de estado, la mayoría de las sustancias tendrán un punto de fusión en el cual ellas cambiaran de un sólido a un líquido, sin ningún incremento en la temperatura. En este punto, si la sustancia está en un estado líquido y el calor se retira de ella, la sustancia se solidificará sin un cambio en su temperatura. El calor envuelto en uno u otro de estos procesos se conoce como calor latente.

- **Tonelada de refrigeración**

Es un término común que se usa para definir y medir la producción de frío. La cual, se define como la cantidad de calor suministrada para fundir una tonelada de hielo (2000lbs) en 24 horas, esto basado en el concepto de calor latente de fusión (144 btu/lb).

- **Carga térmica**

Que se refiere a la cantidad de calor absorbido por unidad de tiempo dentro del sistema. Desde un punto de vista más práctico es el calor que se removerá de las matrices que son inyectadas con plástico caliente.

- **Efecto refrigerante**

Es la cantidad de calor absorbido por unidad de masa del refrigerante, que en este caso es el agua.

- **Primera ley de la Termodinámica**

La primera ley de la termodinámica establece que la energía no puede ser creada ni destruida, solamente puede convertirse de una forma a otra. La energía en sí misma se define como la capacidad de producir trabajo y el calor es una forma de energía.

- **Segunda ley de la Termodinámica**

La segunda ley de la termodinámica establece que se transfiere calor en una sola dirección, de mayor a menor temperatura y esto tiene lugar a través de tres procesos básios de transferencia de calor:

- **Conducción**

Es una manera de trasmitirse el calor en el mismo cuerpo sólido, el calor "corre" a través del sólido a una "velocidad" que depende de su conductividad,

- **Convección**

Es una manera de transmisión del calor en líquidos y gases. Cuando calentamos estos cambian de densidad y ascienden alejándose del foco de calor siendo substituidos por un fluido más frío que repite el mismo ciclo. Se crea a sí un circuito " cerrado".

- **Radiación**

Es un tercer medio de transferencia de calor que no requiere la intervención de un medio para transmitirse, y el calor puede ser transmitido por radiación a través del vacío absoluto.

- **Ciclo básico de la refrigeración**

Como se sabe el ciclo básico de la refrigeración tiene diferentes etapas con sus respectivos elementos que lo hacen un sistema termodinámico.

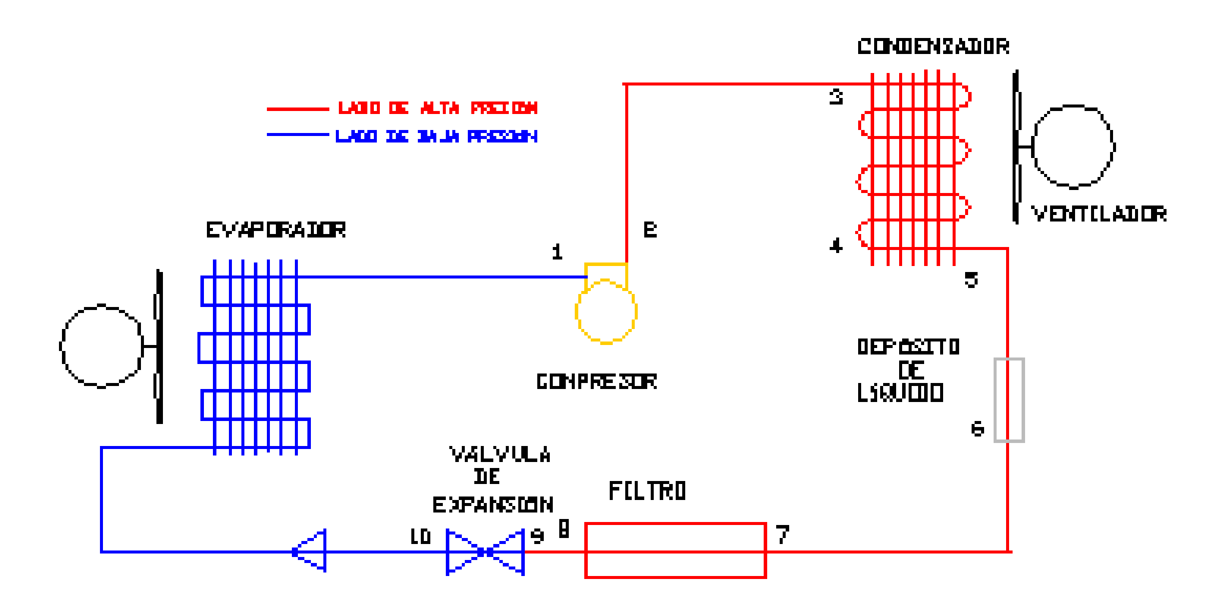


Figura 11.- Ciclo básico de la refrigeración.

1. Aspiración del compresor, tenemos gas sobrecalentado a baja presión, el compresor aspira los vapores que se forman en el evaporador.

2. Descarga del compresor, tenemos gas a alta presión y alta temperatura, esta presión es la presión de condensación que a su vez depende de lo bien o mal que se condense.

3. Entrada al condensador, a la misma presión que el punto 2 pero con algo menos de temperatura.

4. Condensador, una mezcla de gas saturado y líquido a la presión de condensación, aquí la temperatura ya ha disminuido y corresponde según las tablas de vapor saturado. A medida que la sustancia sale del serpentín o intercambiador cada vez hay más líquido y menos gas, es decir, que se esta condensando el vapor que descarga el compresor y se obtiene líquido.

5. Aquí se ha condensado bien se tiene líquido saturado.

6. Salida del deposito de líquido (si lo hay). En algunas instalaciones grandes se pone un depósito de líquido capaz de guardar el 125% de todo el gas que cabe en la instalación, para recuperarlo si se tiene una avería y no perderlo y también como acumulador que permite suministrar líquido a la válvula de expansión sean cuales sean las condiciones en las que trabaje la instalación. El deposito de líquido estará casi lleno cuando la instalación este a baja carga y estará casi vacío cuando la instalación este a plena carga y las válvulas de expansión abran a tope para regar el evaporador. Tiene una llave en su salida para poderla cerrar y recuperar el gas que queda encerrado entre esta válvula y la válvula de descarga del compresor (que no deja pasar el fluido hacia atrás).

7. Líquido a la presión de condensación pero subenfriado, cuanto mayor sea el subenfriamiento mejor rinde la instalación, ya que el refrigerante dispone de más entalpía en su evaporación para llevarse el calor del evaporador, dicho de otra manera para el mismo desplazamiento del compresor (que mueve unos determinados kilos de refrigerante) tenemos una mayor diferencia de entalpías por kilo de refrigerante. (esto se entiende mejor con un entálpico). Este punto esta antes de la entrada del deshidratador.
8. Salida del deshidratador, prácticamente igual que el punto 7, menos una pequeña perdida de carga que produce este filtro (y cuando esta sucio mas), cuando esta sucio poniendo una mano antes y después se advierte la diferencia de temperaturas (recordar que a cada presión corresponde una temperatura y si se pierde presión también baja la temperatura).

CONCLUSIONES

Como se sabe el uso de una unidad generadora de agua helada (Chiller) para un proceso de enfriamiento de plástico, es la manera más práctica y usual de llevar acabo dicho proceso industrial.

Si bien, existe una infinidad de variables a tomar en cuenta en el cálculo y la selección, tanto del equipo como el balance de carga térmica, es necesario tomar las consideraciones más relevantes como el lugar, el proceso industrial, el tipo de material, las condiciones del agua, la cantidad de energía en forma de calor a remover, cantidad de material, tipo de material, las características o requerimientos del equipo, así como los factores de seguridad necesarios para llevar acabo la implementación del sistema con un buen grado de funcionalidad.

En este proyecto se determinaron las características cualitativas y cuantitativas de agua que entra a la unidad generadora de agua helada. Se logro seleccionar una unidad generadora de agua helada el cambio de agua a temperatura ambiente a agua helada. Se dispuso un sistema de bombeo para manejar agua helada desde la unidad generadora de agua helada hasta la cisterna térmica y al proceso. Y por último se pudo seleccionar la tubería para llevar el agua helada desde la cisterna térmica hasta el proceso así como la tubería de retorno desde el proceso hasta la cisterna general.

Las consideraciones mencionadas anteriormente permitieron que se llevara acabo una implementación teórica del sistema de enfriamiento de agua para un proceso industrial de plástico, lo que en un futuro tendría como tendencia a llevarlo a la práctica pero siempre teniendo en cuenta que existe un margen de error a considerar entre las condiciones ideales y las reales del proyecto.

REFERENCIAS.

CAPITULO I

[I, 1] Ing. Marchand Rubén, Apuntes de Refrigeración, Refrigeración, año 2007.

[I, 2] Ing. Marchand Rubén, Apuntes de Refrigeración, Refrigeración, año 2007.

CAPITULO II

[II, 1] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 10

[II, 2] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 12

[II, 3] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 13

[II, 4] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 15

[II, 5] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 17

[II, 6] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 18

[II, 7] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 20

[II, 8] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 22

[II, 9] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 23

[II, 10] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 29

CAPITULO III

[III, 1] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 36

[III, 2] Manual de instalación de Chillers, BOHN,2005 p.p. 28

[III, 3] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 37

[III, 4] Manual de instalación de Chillers, BOHN,2005 p.p. 30

[III, 5] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 39

[III, 6] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 40

CAPITULO IV

[IV, 1] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 49

[IV, 2] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 50

[IV, 3] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 51

[IV, 4] Guía Técnica y de Instalación de MiniChillers York, 2004, p.p. 52